

Статья поступила в редакцию 21.08.2017 г.

Суржиков Д.В., Кислицына В.В., Олещенко А.М.

Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний,
г. Новокузнецк, Россия

ВЛИЯНИЕ ВЫБРОСОВ ПРЕДПРИЯТИЙ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Предмет исследования – выбросы предприятий угольной промышленности г. Новокузнецка.

Цель исследования. Оценить экологический риск для здоровья населения от выбросов предприятий угольной промышленности г. Новокузнецка.

Методы исследования. Оценка выбросов предприятий проводилась на основе анализа томов предельно допустимых выбросов (ПДВ). Определены индексы опасности при остром и хроническом воздействии. Рассчитаны максимальные и среднегодовые концентрации токсичных веществ от каждого источника выбросов в каждой из точек воздействия концентраций токсичных веществ (ТБК), связанных с микрорайонами селитебной застройки на основе данных по расстоянию между каждой из ТБК и каждым источником выбросов, рассчитаны риски для здоровья населения.

Основные результаты. По итогам оценки рисков сделаны выводы о влиянии на здоровье населения г. Новокузнецка выбросов предприятий угледобычи и обогащения и оценен их вклад в снижение уровня здоровья жителей.

Заключение. В целом выбросы предприятий угольной промышленности города не оказывают значительного воздействия на состояние здоровья населения.

Ключевые слова: индекс опасности; острое и хроническое воздействие; индивидуальный канцерогенный риск; токсичные вещества; острые токсические эффекты; селитебные зоны.

Surzhikov D.V., Kisilitsyna V.V., Oleshchenko A.M.

Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia

INFLUENCE OF THE EMISSIONS OF COAL INDUSTRY ENTERPRISES ON PUBLIC HEALTH

Subject. The emissions of coal industry enterprises in Novokuznetsk.

Objective. Assessment of ecological risk to the public health from the emissions of coal industry enterprises in Novokuznetsk.

Methods. Estimation of the enterprise emissions was carried out on the basis of the analysis of the volumes of maximum permissible emissions (MPE). The hazard indexes for acute and chronic exposure were determined. We calculated the maximum and average annual concentrations of toxic substances from each emission source at each point of exposure to concentrations (PEC) of toxic substances associated with the microdistricts of residential area based on the distance between each PEC and each emission source, and the risks to the public health were calculated.

Main results. Based on the results of the risk assessment, conclusions regarding the impact of the emissions of the enterprise of coal mining and enrichment on the health of the population of Novokuznetsk were drawn and their contribution to the reduction of the health level of the residents was assessed.

Conclusions. On the whole, the emissions of coal industry enterprises of the city do not have a significant impact on the public health.

Key words: hazard index; acute and chronic exposure; individual carcinogenic risk; toxic substances; acute toxic effects; residential areas.

Методология анализа риска служит основой повышения результативности и бюджетной эффективности контроля и надзора в сфере охраны окружающей среды, особенно в сфере обеспечения безопасности здоровья населения, стандартизации природоохранных процессов и оздоровительных мер на уровне отдельного хозяйствующего субъекта [1, 2]. Оценка риска позволяет расширить представления об особенностях формирования здоровья населения промышленного центра, использовать современный комплекс существующих базовых гигиенических, статистических и экономических методов исследования, показать влияние на здоровье населения загрязнения атмосферного воздуха, изучить причинно-следственные связи между показателем заболеваемости населения и показателями загрязнения окружающей среды [3, 4].

Угольная промышленность является основой экономики Кемеровской области, обеспечивая доходную часть бюджета и определяя специфику развития региона. Практически во всех городах области присутствуют шахты, разрезы, обогатительные фабрики. Динамика добычи угля показывает устойчивый рост в течение многих лет. Но, наряду с положительным экономическим эффектом роста добычи, наблюдается возрастание воздействия процессов угледобычи и углеобогащения на окружающую среду [5]. Наиболее критическое положение сложилось в г. Новокузнецке, который является центром как металлургической, так и угольной промышленности, и в котором загрязнение окружающей среды находится на высоком уровне из-за несовершенства применяемых тех-

нологий, износа оборудования, низкой эффективности очистных сооружений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В настоящее время в г. Новокузнецке действуют следующие предприятия по добыче и обогащению угля:

- ОАО «Шахта Большевик» — угледобывающее предприятие, входит в состав ООО «Холдинга Сибуглемет»;
- ОАО «Шахта Полосухинская» — угледобывающее предприятие, входит в состав ООО «Холдинга Сибуглемет»;
- ЗАО «Шахта Антоновская» — угледобывающее предприятие, входит в состав «Холдинга Сибуглемет»;
- ОАО «Шахта Юбилейная» — добыча каменного, в том числе коксующего, угля; входит в состав ЗАО «ТопПром»;
- ОАО ЦОФ «Кузнецкая» — обогащение угля;
- ОАО ЦОФ «Абашевская» — обогащение угля.

В работе по оценке экологического риска от угольных предприятий использовались тома предельно допустимых выбросов этих промышленных объектов (тома ПДВ). Том ПДВ содержит следующие характеристики выбросов промышленного предприятия: количество и наименование источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, высота и диаметр этих источников, скорость выхода газовоздушной смеси из устья источника, температура отходящих газов, а также масса выбросов каждого из токсичных веществ, выраженная как в тоннах в год (т/год), так и в граммах в секунду (г/с).

Город Новокузнецк расположен в котловине, окруженной отрогами горных хребтов юга Западной Сибири. Город застраивался и развивался отдельными площадками. В результате селитебные зоны рас-

Корреспонденцию адресовать:

КИСЛИЦЫНА Вера Викторовна,

654041, г. Новокузнецк, ул. Кутузова, д. 23,

ФГБУ «НИИ КПГПЗ».

Тел.: 8 (384-3) 79-65-49; +7-903-994-88-16.

E-mail: ecologia_nie@mail.ru

положены между промышленными площадками крупных предприятий. ЦОФ «Кузнецкая» и все угольные шахты расположены в северной части города и входят в состав Заводского промышленного узла. ЦОФ «Абашевская» находится в восточной части города и входит в состав Кузнецкого промузла наряду с алюминиевым и ферросплавным заводами.

Нами были определены на территории Северного промузла 11 точек воздействия концентраций токсичных веществ — контрольных точек, связанных с микрорайонами селитебной застройки. Данные ТВК использовались для расчета рисков, связанных с выбросами в воздушный бассейн ЦОФ «Кузнецкая» и угольных шахт. Также были определены 14 ТВК в Кузнецком промузле, данные ТВК попадают в зону рассеивания выбросов ЦОФ «Абашевская» и использованы нами при оценке экологического риска от данного предприятия. Располагая данными по расстоянию между каждой из ТВК и каждым источником выбросов, нами рассчитывались максимальные и среднегодовые концентрации токсичных веществ от каждого источника выбросов в каждой из ТВК.

Оценка риска, связанного с расчетными концентрациями атмосферных примесей, проводилась на основе расчетов максимальных и среднегодовых концентраций с использованием унифицированной программы расчета загрязнения атмосферы «Эколог» (вариант «Базовый», версия 3.0). При моделировании рассеивания выбросов использовалась сетка рецепторных точек с шагом по оси X и Y в 100 м, которая равномерно покрывает территории рассматриваемых промузлов. Модель «Эколог» позволяет рассчитать приземные концентрации загрязняющих веществ в атмосфере в соответствии с «Методикой расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах промышленных предприятий (ОНД-86)» [6].

Для оценки неканцерогенных рисков применены пороговые модели, основанные на использовании референтных концентраций. Данная модель, в отличие от линейно-экспоненциальных, не зависит от такой характеристики, как класс опасности загрязняющего вещества, и реализуется с помощью коэффициента опасности [7].

Коэффициенты опасности рассчитывались отдельно по каждому веществу в каждой расчетной точке и дифференцировались для разных условий (острое и хроническое воздействие). Коэффициент опасности представляет собой кратность референтной концентрации для острого или хронического воздействия от максимальной или среднегодовой расчетной концентрации токсичного вещества в приземном слое воздуха. Индекс опасности является суммой ко-

эффициентов опасности от отдельных загрязняющих веществ.

Расчет индивидуального ингаляционного канцерогенного риска осуществлялся в соответствии с Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920-04). Значение канцерогенного риска зависит от следующих параметров: среднегодовая расчетная концентрация канцерогенного вещества в приземном слое воздуха, суточный объем дыхания и вес тела среднестатистического индивидуума, фактор-потенциал канцерогенного эффекта [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Основными загрязняющими веществами, выбрасываемыми в атмосферу при работе угольных предприятий, являются пыль (угольная, пустой породы, древесная), диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода, зола углей, оксид железа, метан. Уже на этапе анализа перечня и величины выбросов видно, что выбросы от обогатительных фабрик существенно превышают выбросы от шахт (табл. 1).

Выбросы в воздушный бассейн диоксида азота от обогатительных фабрик составляют 165,88 т/год, а выбросы данного загрязнителя от шахт — 0,029 т/год. Поступление диоксида серы в атмосферный воздух с ЦОФ превышает шахтовые выбросы в 2984 раза, оксида углерода — в 1176 раз, оксида железа — в 5,8 раза, угольной пыли — в 18820 раз.

Индексы опасностей, рассчитанные для острого и хронического неканцерогенного воздействия, приведены в таблицах 2-3.

В ряде селитебных микрорайонов Кузнецкого промузла индекс опасности острого воздействия выбросов ЦОФ «Абашевская» превышает допустимый уровень,

Таблица 1
Показатели выбросов загрязняющих веществ от шахт и обогатительных фабрик (по данным предприятий)
Table 1
Indices of pollutant emissions from mines and concentrating mills (according to enterprise data)

Загрязняющее вещество	Выброс, т/год	
	Шахты	ЦОФ
Диоксид азот (NO ₂)	0,029692	165,8887
Диоксид серы (SO ₂)	0,067766	199,9612
Оксид углерода (CO)	0,678335	797,7549
Оксид железа (Fe ₂ O ₃)	0,238986	1,3823
Пыль угольная	0,06035	1129,22

Сведения об авторах:

СУРЖИКОВ Дмитрий Вячеславович, доктор биол. наук, доцент, зав. лабораторией прикладных гигиенических исследований, ФГБНУ «НИИ КПГПЗ», г. Новокузнецк, Россия. E-mail: ecologia_nie@mail.ru

КИСЛИЦЫНА Вера Викторовна, канд. мед. наук, зав. лабораторией экологии и гигиены окружающей среды, ФГБНУ «НИИ КПГПЗ», г. Новокузнецк, Россия. E-mail: ecologia_nie@mail.ru

ОЛЕЩЕНКО Анатолий Михайлович, доктор мед. наук, начальник отдела экологии человека, ФГБНУ «НИИ КПГПЗ», г. Новокузнецк, Россия. E-mail: ecologia_nie@mail.ru

Таблица 2
Индексы опасности в контрольных точках
при остром и хроническом воздействии
выбросов ЦОФ "Абашевская"
Table 2
Hazard indexes at the control points
in acute and chronic exposure
to emissions of CCM "Abashevskaya"

Контрольные точки в жилой зоне (№ ТВК)	Индекс опасности при остром воздействии	Индекс опасности при хроническом воздействии
1	16,98289	0,374959
2	5,72082	0,409898
3	9,672315	0,394037
4	5,406832	0,401662
5	2,643903	0,33417
6	2,462064	0,294159
7	10,52099	0,475676
8	1,057751	0,193797
9	6,286577	0,429303
10	3,150949	0,351999
11	2,553144	0,324874
12	0,968881	0,187824
13	7,284097	0,439079
14	1,234866	0,212016

Примечание: ТВК - точка воздействия концентрации.
Note: PEC - the point of exposure to concentration.

равный единице, в 1,05-10,5 раза. Это свидетельствует о том, что при максимальной загрузке оборудования выбросы ЦОФ могут создавать в атмосферном воздухе селитебной зоны концентрации токсичных веществ, способные вызывать острые токсические эффекты у постоянно проживающего там населения. В то же время индексы опасности хронического воздействия выбросов обеих ЦОФ находятся на приемлемом уровне и, таким образом, среднегодовые концентрации загрязняющих веществ от углеобогачительных фабрик не вносят значительный вклад в формирование хронической заболеваемости населения рассматриваемых селитебных зон. Что касается индексов опасности острого воздействия, связанных с поступлением в атмосферный воздух токсичных веществ от ЦОФ «Кузнецкая», то они также превышают приемлемое значение индекса риска (в 1,29-7,9 раза) и население микрорайонов, прилегающих к данному промпредприятию, также подвержено высокому риску острых токсических эффектов.

Учитывая малые концентрации канцерогенных веществ, обусловленных выбросами шахт, расчет индивидуальных канцерогенных рисков от шахт является нецелесообразным. Величины канцерогенных

Таблица 3
Индексы опасности в контрольных точках
при остром и хроническом воздействии
выбросов ЦОФ "Кузнецкая"
Table 3
Hazard indexes at the control points
in acute and chronic exposure
to emissions of CCM "Kuznetskaya"

Контрольные точки в жилой зоне (№ ТВК)	Индекс опасности при остром воздействии	Индекс опасности при хроническом воздействии
1	4,805263	0,260739
2	4,331155	0,233346
3	2,754391	0,150464
4	5,085314	0,274809
5	4,447205	0,111805
6	7,913459	0,116156
7	2,992753	0,111805
8	1,812506	0,081864
9	2,806475	0,153791
10	2,269985	0,121367
11	1,297137	0,055321

Примечание: ТВК - точка воздействия концентрации.
Note: PEC - the point of exposure to concentration.

рисков, обусловленных выбросами обогачительных фабрик, приведены в таблицах 4 и 5.

Индивидуальный канцерогенный риск, связанный с выбросами ЦОФ «Абашевская», в ряде точек воздействия превышает приемлемое значение, равное 1×10^{-4} (превышение составляет 1,04-2,11 раза). Основной вклад в формирование канцерогенного риска вносят выбросы сажи и бензола. Ингаляционный риск канцерогенного эффекта, вызванный выбросами ЦОФ «Кузнецкая», находится на приемлемом уровне.

В ходе работы было выявлено, что загрязняющие вещества, образующиеся при работе шахт, практически не выбрасываются в атмосферу, так как основные производственные процессы проходят под землей. Это подтверждается анализом рисков здоровью населения, проживающего вблизи этих предприятий. Острые и хронические риски, выраженные через индекс опасности, не превышают 1, а канцерогенные — менее 10^{-4} . Это позволяет охарактеризовать риски от шахт как незначительные.

Риски здоровью населения от выбросов ЦОФ «Кузнецкая» и ЦОФ «Абашевская» достигают неприемлемых значений в непосредственной близости от предприятий. Индекс опасности для острого воздействия больше 1, а для хронического воздействия практически не превышает 1. Это говорит о том, что население, проживающее в непосредственной бли-

Information about authors:

SURZHIKOV Dmitry Vyacheslavovich, doctor of biology, associate professor, head of the laboratory for applied hygienic researches, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia. E-mail: ecologia_nie@mail.ru

KISLITSYNA Vera Victorovna, candidate of medical sciences, head of the laboratory of ecology and environmental health, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia. E-mail: ecologia_nie@mail.ru

OLESHCHENKO Anatoly Mikhailovich, doctor of medical sciences, chief of human ecology department, Research Institute for Complex Problems of Hygiene and Occupational Diseases, Novokuznetsk, Russia. E-mail: ecologia_nie@mail.ru

Таблица 4
Индивидуальный канцерогенный риск,
связанный с выбросами ЦОФ "Абашевская"
Table 4
Individual carcinogenic risk related
to the emissions of CCM "Abashevskaya"

Контрольные точки в жилой зоне (№ ТВК)	Свинец и его соединения	Сажа	Бензол	Суммарно
1	$5,4 \times 10^{-7}$	$1,46 \times 10^{-4}$	$6,48 \times 10^{-5}$	$2,11 \times 10^{-4}$
2	$1,2 \times 10^{-7}$	$1,04 \times 10^{-4}$	$3,7 \times 10^{-5}$	$1,41 \times 10^{-4}$
3	$2,16 \times 10^{-7}$	$1,53 \times 10^{-4}$	$5,79 \times 10^{-5}$	$2,11 \times 10^{-4}$
4	$1,68 \times 10^{-7}$	$7,97 \times 10^{-5}$	$2,06 \times 10^{-5}$	$1,0 \times 10^{-4}$
5	$4,8 \times 10^{-8}$	$6,11 \times 10^{-5}$	$1,7 \times 10^{-5}$	$7,81 \times 10^{-5}$
6	$6,0 \times 10^{-8}$	$4,34 \times 10^{-5}$	$1,03 \times 10^{-5}$	$5,37 \times 10^{-5}$
7	$3,12 \times 10^{-7}$	$1,18 \times 10^{-4}$	$4,63 \times 10^{-5}$	$1,65 \times 10^{-4}$
8	$1,2 \times 10^{-8}$	$2,26 \times 10^{-5}$	$5,55 \times 10^{-6}$	$2,82 \times 10^{-5}$
9	$2,04 \times 10^{-7}$	$8,06 \times 10^{-5}$	$2,35 \times 10^{-5}$	$1,04 \times 10^{-4}$
10	$8,4 \times 10^{-8}$	$5,18 \times 10^{-5}$	$1,47 \times 10^{-5}$	$6,66 \times 10^{-5}$
11	$4,8 \times 10^{-8}$	$5,31 \times 10^{-5}$	$1,57 \times 10^{-5}$	$6,89 \times 10^{-5}$
12	$1,2 \times 10^{-8}$	$2,44 \times 10^{-5}$	$6,17 \times 10^{-6}$	$3,05 \times 10^{-5}$
13	$1,56 \times 10^{-7}$	$1,33 \times 10^{-4}$	$4,63 \times 10^{-5}$	$1,79 \times 10^{-4}$
14	$2,4 \times 10^{-8}$	$2,57 \times 10^{-5}$	$6,17 \times 10^{-6}$	$3,19 \times 10^{-5}$

Примечание: ТВК - точка воздействия концентрации.
 Note: PEC - the point of exposure to concentration.

зости от ЦОФ, подвергается интенсивному воздействию при активизации отдельных производственных процессов.

Основными загрязняющими веществами, вносящими свой вклад в величину рисков, являются угольная пыль, оксиды азота, диоксид серы. Метан, являющийся специфическим для данного вида дея-

Таблица 5
Индивидуальный канцерогенный риск,
связанный с выбросами ЦОФ "Кузнецкая"
Table 5
Individual carcinogenic risk related
to the emissions of CCM "Kuznetskaya"

Контрольные точки в жилой зоне (№ ТВК)	Свинец и его соединения
1	$8,16 \times 10^{-7}$
2	$6,96 \times 10^{-7}$
3	$3,0 \times 10^{-7}$
4	$8,88 \times 10^{-7}$
5	$1,68 \times 10^{-7}$
6	$1,92 \times 10^{-7}$
7	$1,68 \times 10^{-7}$
8	$1,2 \times 10^{-7}$
9	$3,12 \times 10^{-7}$
10	$2,04 \times 10^{-7}$
11	$8,4 \times 10^{-8}$

Примечание: ТВК - точка воздействия концентрации.
 Note: PEC - the point of exposure to concentration.

тельности загрязняющим веществом, по результатам анализа риска признан мало воздействующим веществом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом угольную промышленность г. Новокузнецка можно охарактеризовать как отрасль, мало влияющую на загрязнение воздуха г. Новокузнецка. Основной вклад в риски здоровью населения вносят ЦОФ, но это влияние носит локальный характер.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Avaliani SL, Bezpalko LE, Bobkova TE, Mishina AL. Perspective directions of the development of the methodology of risk analysis in Russia. *Hygiene and sanitation*. 2013; (1): 33-35. Russian (Авалиани С.Л., Безпалько Л.Е., Бобкова Т.Е., Мишина А.Л. Перспективные направления развития методологии анализа риска в России // Гигиена и санитария. 2013. № 1. С. 33-35.)
2. Avaliani SL, Andrianova MM, Pechennikova EV et al. Environment. Assessment of health risk (world experience). Moscow: Consulting Center for Risk Assessment, 1996. 158 p. Russian (Авалиани С.Л., Андрианова М.М., Печеникова Е.В. и др. Окружающая среда. Оценка риска для здоровья (мировой опыт). М.: Консультационный центр по оценке риска, 1996. 158 с.)
3. Zacharenkov VV, Kisilitsyna VV. Prioritization of environmental measures based on risk assessment for the health of the population of an industrial city. *Successes of contemporary natural science*. 2014; (2): 12-15. Russian (Захаренков В.В., Кислицына В.В. Определение приоритетности природоохранных мероприятий на основе оценки риска для здоровья населения промышленного города // Успехи современного естествознания. 2014. № 2. С. 12-15.)
4. Zakharenkov VV, Oleshchenko AM, Surzhikov DV, Kisilitsyna VV, Korsakova TG, Golikov RA. Assessment of ecological risks associated with air pollution in residential areas of an industrial city. *Academic Journal of Western Siberia*. 2015; 11(5): 52. Russian (Захаренков В.В., Олещенко А.М., Суржилов Д.В., Кислицына В.В., Корсакова Т.Г., Голиков Р.А. Оценка экологического риска, связанного с загрязнением воздуха жилых зон промышленного города // Академический журнал Западной Сибири. 2015. Т. 11, № 5. С. 52.)
5. Paramonova ES, Koskina EV, Glebova LA. Ecological and hygienic problems of the Kemerovo Region. *Environmental protection and natural resource management*. 2013; (2): 42-45. Russian (Парамонова Е.С., Коськина Е.В., Глебова Л.А. Эколого-гигиенические проблемы Кемеровской области // Охрана окружающей среды и природопользование. 2013. № 2. С. 42-45.)
6. Method for calculating the concentrations in atmospheric air of adverse substances contained in the emissions of enterprises (OND-86). Leningrad: Gidrometeoizdat, 1986. 65 p. Russian (Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86). Л.: Гидрометеиздат, 1986. 65 с.)
7. Guidelines for the assessment of the public health risk when exposed to chemicals polluting the environment: G 2.1.10.1920-04. Moscow: Federal Center for Sanitary and Epidemiological Supervision of the Russian Ministry of Health, 2004. 143 p. Russian (Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Р 2.1.10.1920-04. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава РФ, 2004. 143 с.)

8. Synzynys BI, Tyantova EN, Melekhova OP. Russian Ecological risk. Moscow: Logos Publ., 2005. 96 p. Russian (Сынзыныс Б.И., Тянтова Е.Н., Мелехова О.П. Экологический риск. М.: Логос, 2005. 96 с.)

